

ПОРІВНЯННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ТА РЕАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ГЕНЕРАЦІЇ ФЕС ПОТУЖНІСТЮ 10кВт

Маляренко В. А., Темнохунд О. О.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Представлено порівняння розрахункового виробітку ФЕС з даними генерації діючих установок потужністю 10 кВт. Показана можливість використання даної розрахункової моделі і методики при проектуванні ФЕС.

Постановка проблеми. Генеральна Асамблея ООН на знак визнання важливості енергетики для сталого розвитку оголосила 2012 рік роком сталої енергетики для всіх. Ця ініціатива передбачає вирішення до 2030 року трьох взаємопов'язаних завдань: забезпечення доступу до сучасних енергетичних послуг для всіх мешканців планети, зниження інтенсивності світового енергоспоживання на 40%, зростання частки відновлюваних джерел енергії в загальному енергобалансі світу до 30 %.[1-3]

Сьогодні в майбутнє сміливо просуваються поновлювана енергетика зокрема використання енергії сонця. У середньому в Україні буває приблизно 230-235 сонячних днів в рік, і в залежності від регіону, випромінюється 3500-5200 МДж/м², що робить доцільним використання енергії Сонця навіть у нашій кліматичній зоні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Високий рівень достовірності про рівень інсоляції та її характер можуть дати результати довгострокових актинометричних досліджень інтенсивності прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню. Такі дослідження на території України проводилися лише у деяких точках, що не дає можливості їх використання для всієї території України. Данні про рівень інсоляції конкретної території можна отримати з результатів довгострокового дослідження НАСА [5], що включають супутникове вимірювання, моделювання атмосфери та наземні дослідження.

В даний час для їх визначення використовуються розрахункові моделі та методики [4]. В той же час адекватність розрахунків, реальним даним потребує подальшого уточнення. Данні що наведені в деяких роботах базуються на аналізі ФЕС в діапазоні що не перевищує 2кВт.

Мета. Підтвердження можливості використання наведеної методик [4] для номінальних потужностей в умовах реальних об'єктів житлово-комунального господарства, ФЕС номінальною потужністю 10кВт.

Використовується модель в якій під час моделювання атмосфери використано такі фактори, як кліматичні зони, альbedo, хмарність, опади та аерозолі в атмосфері. Наведено лише дані про пряму сонячну радіацію, водночас як місячне надходження сумарної радіації на похилу поверхню складається з місячних сум прямої та розсіяної радіації [6]

$$Q_{\Pi} = \sum S_{\Pi} + \sum D_{\Pi} \quad (1)$$

де Q_{Π} – місячне надходження сумарної сонячної радіації на поверхню фотоелектричних панелей площиною 1 м²;

$\sum S_{\Pi}$ – місячні суми прямої радіації на похилу поверхню;

$\sum D_{\Pi}$ – місячні суми розсіяної радіації на похилу поверхню.

Потік розсіяної радіації на похилу поверхню визначається згідно з рекомендаціями [7]

$$\sum D_{\Pi} = \sum D_{\Gamma} \cos^2 \alpha / 2 \quad (2)$$

де $\sum D_{\Gamma}$ – місячні суми розсіяної радіації на горизонтальну поверхню; α – кут нахилу приймаючої поверхні.

Місячні суми прямої радіації на похилу поверхню можна розрахувати за допомогою коефіцієнта переходу до перших сум прямої радіації на горизонтальну поверхню

$$\sum S_{\Pi} = K_S \sum S_{\Gamma} \quad (3)$$

де K_S – коефіцієнт переходу від сум прямої радіації на горизонтальну поверхню до аналогічних значень на похилу поверхню;

$\sum S_{\Gamma}$ – місячні суми прямої радіації на горизонтальну поверхню.

Коефіцієнт переходу (K_S) може бути розрахований за допомогою відношення сум теоретично можливої прямої радіації на похилу поверхню до її значень на горизонтальну поверхню

$$K_S = \sum S'_{\Pi} / \sum S'_{\Gamma} \quad (4)$$

де $\sum S'_{\Pi}$ – місячні суми теоретично можливої прямої радіації на похилу поверхню за умов ясного неба;

$\sum S'_{\Gamma}$ – аналогічні значення на горизонтальну поверхню.

Потік прямої радіації на горизонтальну поверхню при ясному небі

$$S'_{\Gamma} = S_m \sinh_0 \quad (5)$$

де S_m – пряма радіація у земної поверхні, що надходить на нормальну до сонячних променів поверхню;
 h_0 – висота Сонця.

Перша величина може бути розрахована через сонячну сталу S_0

$$S_m = \frac{S_0}{\rho^2} e^{-\tau_0 m_0} \quad (6)$$

де ρ – відстань між Землею та Сонцем, виражена в одиницях середньої відстані;

τ_0 – оптична товща атмосфери; m_0 – повітряна маса у напрямі на Сонце.

Висота Сонця може бути виражена через схилення Сонця, широту місцевості та часовий кут Сонця

$$\sinh_0 = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \Omega \quad (7)$$

де ϕ – широта місцевості;

δ – схилення Сонця,

Ω – часовий кут Сонця.

Аналогічним чином розраховується надходження сонячної радіації на похилу поверхню

$$S'_n = S_m \cos i \quad (8)$$

де i – кут падіння сонячних променів на поверхню схилу

$$\cos i = \cos \alpha \sinh_0 + \sin \alpha \cosh_0 \cos \psi,$$

$$\psi = \psi_0 - \psi_n \quad (9)$$

де ψ_0, ψ_n – азимуті Сонця і проекції нормалі, побудованої до схилу, на горизонтальну площину; азимуті векторів відраховуються від площини меридіану.

Виробіток енергії фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) знаходиться у прямій залежності від таких чинників:

– сумарної сонячної радіації, що надходить на їх поверхню;

– коефіцієнта корисної дії сонячних батарей;

– площі поверхні фотоелектричних панелей;

– частки ефективної поверхні останніх.

Місячний виробіток енергії фотоелектричними системами можна розрахувати за допомогою рівняння

$$A = Q_{II} S_{ФП} K_{ККД} K_{ЕП} \quad (10)$$

де A – місячний виробіток енергії фотоелектричними системами (кВт*год);

Q_{II} – місячне надходження сумарної сонячної радіації на поверхню фотоелектричних панелей площиною 1 м²;

$S_{ФП}$ – площа фотоелектричних панелей;

$K_{ККД}$ – коефіцієнт корисної дії сонячних батарей;

$K_{ЕП}$ – коефіцієнт, що відображає частку ефективної поверхні.

Останні три параметри характеризують особливості виконання ФЕП.

Основним матеріалом для виготовлення сонячних модулів є кремній. Близько 83 % усіх модулів виготовляється на основі кристалічного кремнію, ще 14 – на основі тонкоплівкових структур і лише 3 % – на основі інших типів, включаючи концентраторні сонячні енергоустановки [5].

Для спрощення роботи з великою кількістю баз даних та прискорення проектних розрахунків фотоелектричних станцій (ФЕС) розроблені спеціальні програмні комплекси. Значного поширення набули два такі комплекси як RETScreen та PVSYSY.

Основні матеріали дослідження. Для аналізу було обрано дві фотоелектричні станції однакової конфігурації, контрольний період 10.2014 – 10.2015р.

Таблиця 1 - Основні технічні характеристики фотоелектричних елементів:

Данні	Станція №1	Станція №2
Тип	Полікристалічні сонячні CL-P72295	Полікристалічні сонячні CL-P72295
Геометричні розміри панелі, мм	1956×990×50	1956×990×50
Номинальна потужність, Вт	10030	10030
Встановлений кут нахилу	32°	32°
Орієнтація відносно горизонту	Південь 0°	Південь -7°

Проведено аналіз функціонуючих ФЕС з розрахунковими приведеної методики та програмного забезпечення PVSYSY отримані дані зведено в таблицю.

Таблиця 2 - Порівняння фактичних та розрахункових даних про вироблену енергію ФЕС номінальною потужністю 10кВт для харківського регіону

Місяць	Данні генерації станції №1, кВт*год	Данні генерації станції №2, кВт*год	Розрахункові дані програмного забезпечення PVSYSY	Розрахункові данні за методикою, кВт*год
I	57,7	87,2	367	202
II	393,1	446	501	422
III	609,7	625	998	835
IV	1188,7	1205,4	1210	1051
V	1385,1	1393,4	1330	1317
VI	1467	1458,5	1250	1281

Продовження таблиці 2

VII	1391,2	1335,3	1320	1307
VIII	1270,7	1264,6	1280	1217
IX	993,7	1012,3	994	903
X	647	678,4	786	633
XI	37,8	68,8	424	253
XII	40,4	36,7	306	99
Сума за рік, кВт*год	9482,1	9611,6	10766	9520

За даними таблиці побудували графік який наглядно демонструє розбіжність між розрахунковими та фактичними значеннями.

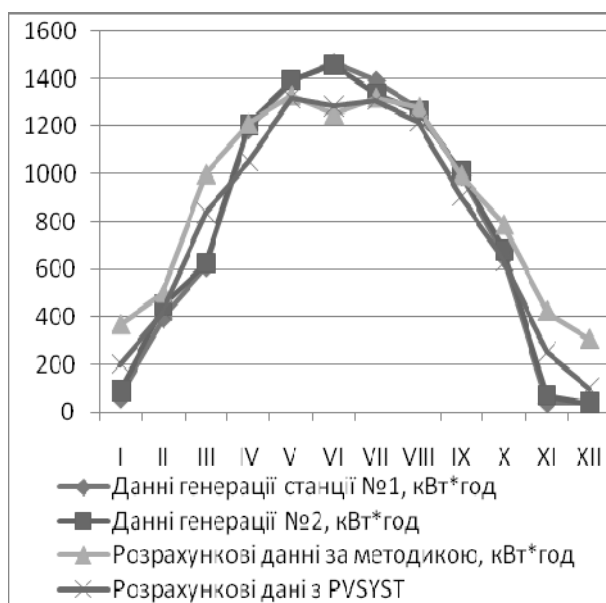


Рисунок 1 - Графіки генерації електроенергії від фотоелектричних станцій

Провівши аналіз погодних умов на момент спаду виробітку електроенергії ФЕС з'ясували, що в даний період ФЕС знаходились під впливом снігового покриву та низьких температур. Таке співвідношення призвело до значного спаду в генерації потужності у зимній період.

Висновки. Порівняння теоретичних розрахунків з експериментальними даними показують достатньо високу достовірність даних про річну генерацію електричної енергії, слід зазначити, що розрахунки у програмі мають виражену тенденцію до згладжування перепадів у сезонних коливаннях це зумовлено багаторічними спостереженнями і видачі середнього результату для даної території в ту чергу як експериментальним шляхом використали данні за один сезон. В той же час розрахункова модель показала результати, найбільш наближені до параболоїдальної форми розподілу та результатів експериментального дослідження.

Список використаних джерел

1. Маляренко В. А. Введение в инженерную экологию энергетики : учеб. пособие / В. А. Маляренко // Харьков. нац. акад. гор. хоз-ва. – Харьков : САГА, 2008. – 185 с.
2. Маляренко В. А. Турбинные технологии – основа базовой электроэнергетики XXI века. Энергетическая стратегия Украины и её реализация / В. А. Маляренко, А. В. Бойко, А. Л. Шубенко, В. Н. Голошапов // Світлотехніка та електроенергетика. – 2012. – № 4. – С. 53–60.
3. Варламов Г. Б. Экологические аспекты энергопроизводства. Энергетика на возобновляемых учеб. пособие / Г. Б. Варламов, Ю. А. Ландау, В. А. Маляренко, Е. А. Приймак. – Киев : НТУУ "КПИ", 2014. – 376 с.
4. Филенко В. В. До питання визначення дійсних геліоенергетичних ресурсів / В. В. Филенко. – Харків : Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного Том 18, № 1 (2015)
5. Surface meteorology and Solar Energy [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eosweb.larc.nasa.gov>.
6. Величко, С. А. Природно-ресурсне забезпечення гібридних геліо-вітроенергетичних систем (в межах рівнинної території України): дис... канд. географ. наук: 11.00.11 // С. А. Величко. – Х: 2006. – 300 с.
7. Ліпінський В. М. Клімат України / Під ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 344 с.
8. Climatology Resource for Agroclimatology Daily Averaged Data (Evaluation Version) [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://power.larc.nasa.gov>.

Аннотація

СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ И РЕАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ГЕНЕРАЦИИ ФЭС МОЩНОСТЬЮ 10 КВт

Маляренко В. А., Темнохуд А. А.

Представлено сравнение расчетной выработки ФЭС с данными генерации действующих установок мощностью 10 кВт. Показана возможность использования рассматриваемой расчетной модели и методики при проектировании ФЭС.

Abstract

COMPARISON OF THE CALCULATED AND ACTUAL VALUES GENERATION PES 10 KW

V. Malyarenko, A. Temnokhud

Submitted by comparing the estimated generation of PES data generation operating plants with a capacity of 10 kW. The possibility of use of the considered computational models and methods in the design of PES.